

# Смотрите, как слышит мозг, или как работает избирательное внимание

Хорст Варнке (Horst Warncke)





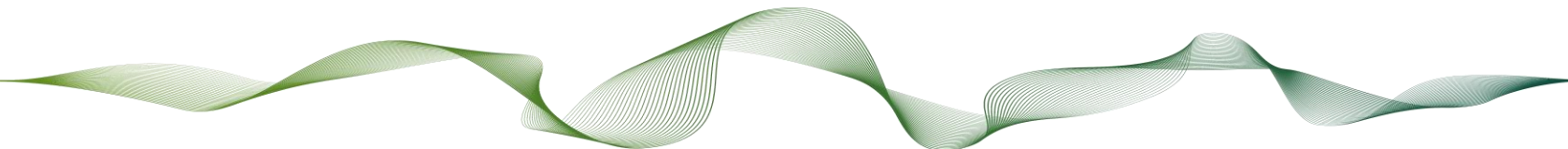
BrainHearing™

# Слух реализуется в мозге – многочисленные исследования...



# Смотрите, как слышит мозг

1. Избирательное внимание
2. Методика наблюдений
3. Результаты
4. Последствия для слуховых аппаратов
5. Применение сегодня и в будущем



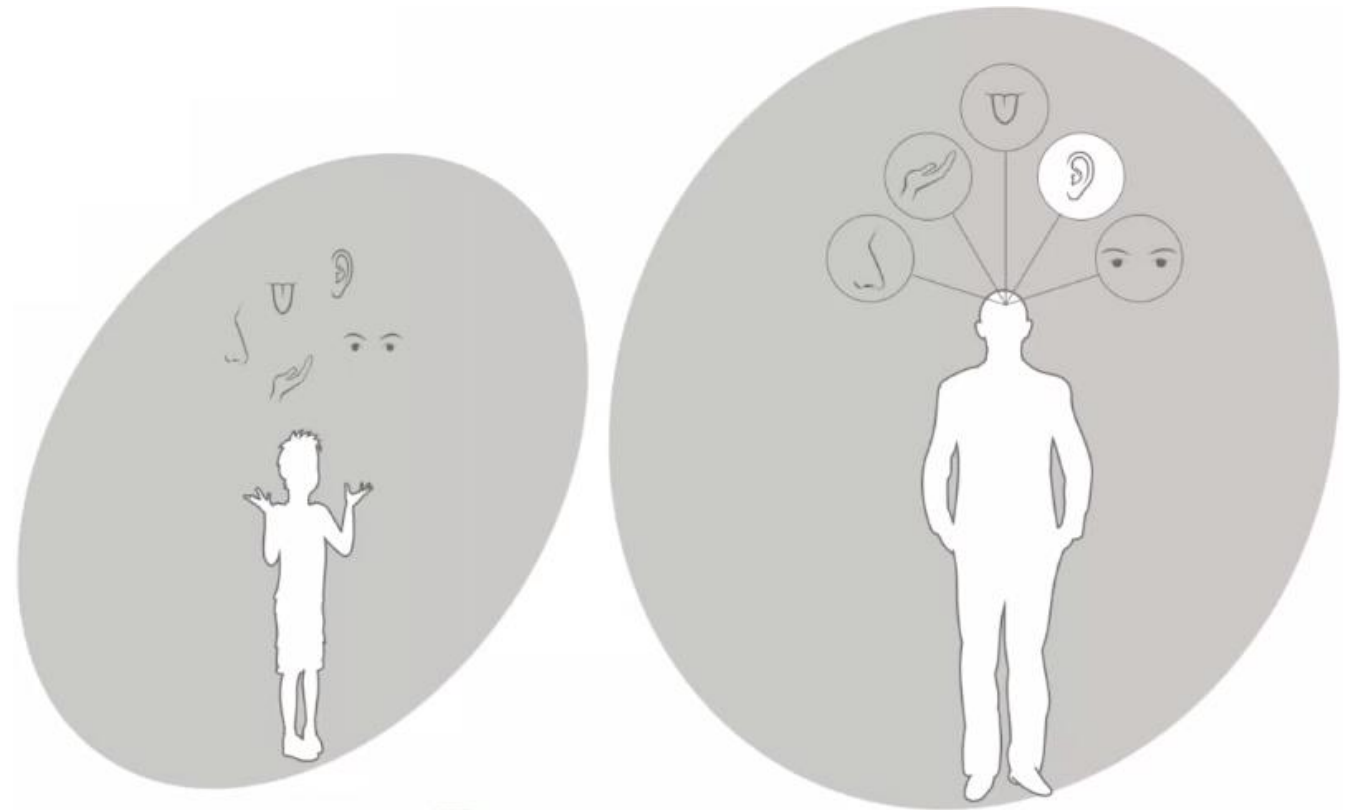
# Избирательное внимание – ТВ-конференция EUHA 2020





# Избирательное внимание

- Учимся избирательному вниманию в юности
- Чтобы впоследствии справляться с чрезмерной стимуляцией



# Избирательное внимание

→ Поиск  
Фильтр  
Фокус



# Избирательное внимание

→ Поиск  
Фильтр  
Фокус

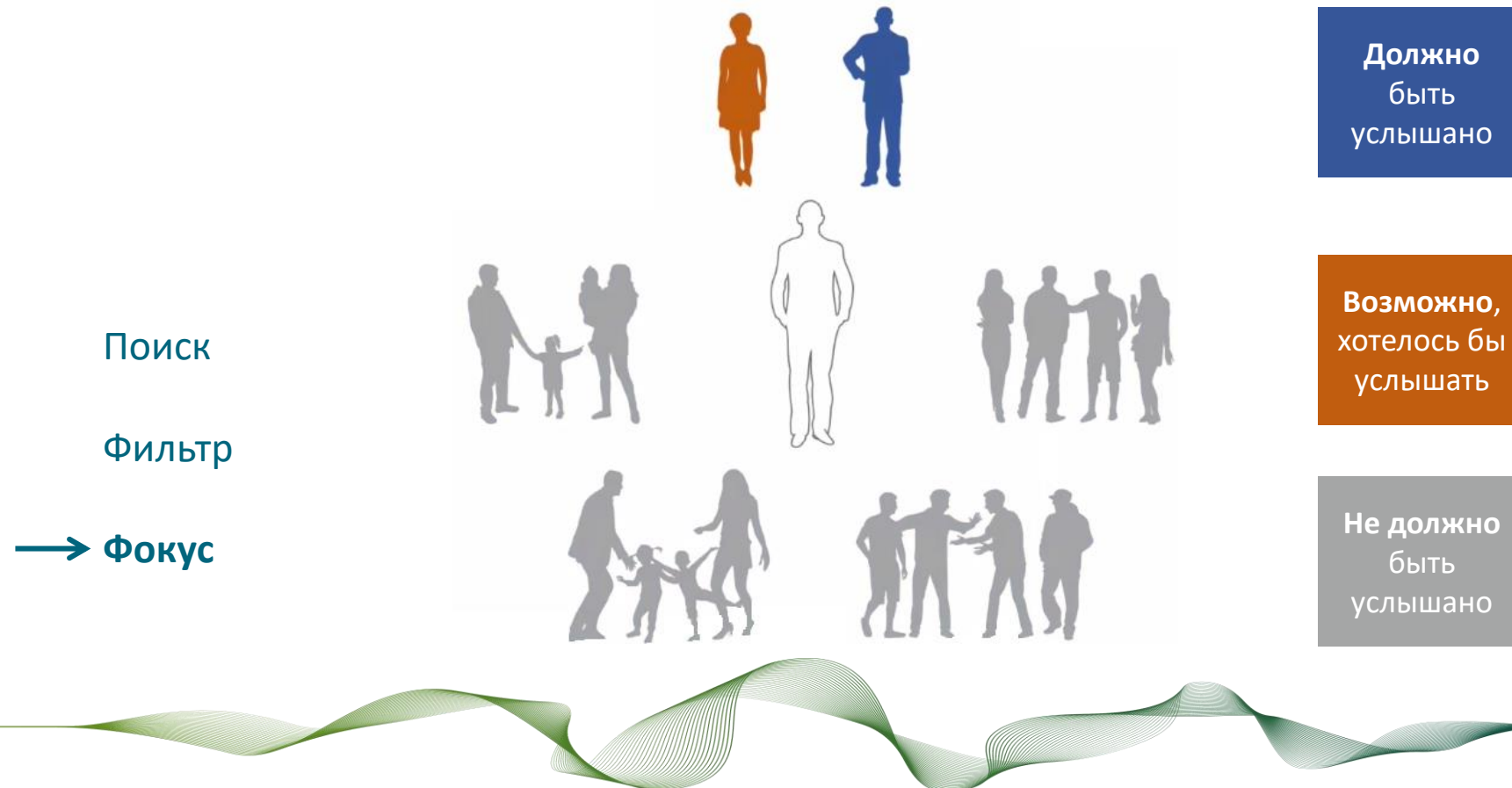




# Избирательное внимание



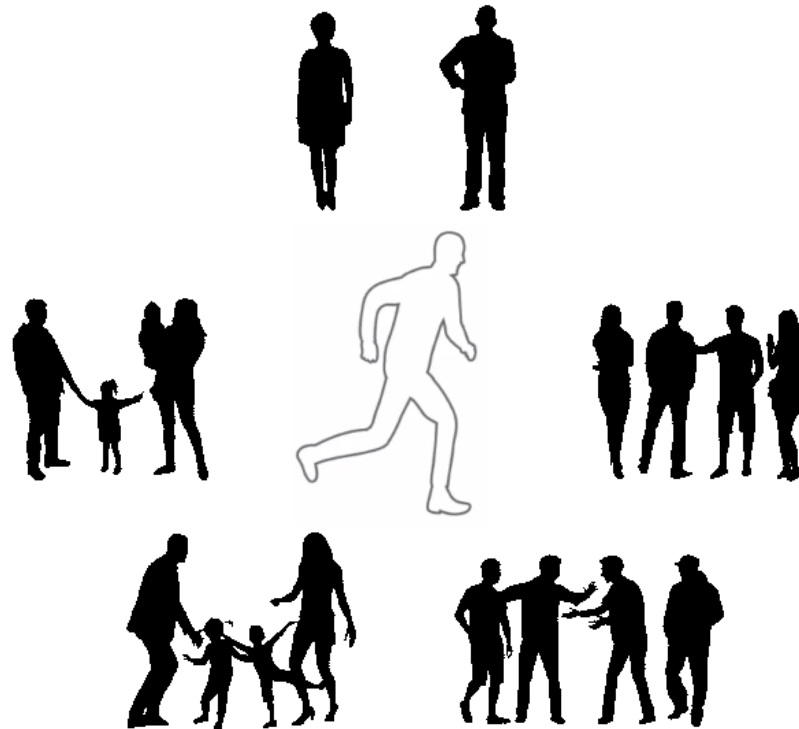
# Избирательное внимание



# Избирательное внимание

- ИСКЛЮЧЕНИЕ!

"ПОЖАР!"



Должно  
быть  
услышано

Возможно,  
хотелось бы  
услышать

Не должно  
быть  
услышано

## Избирательное внимание

Прежняя теория:  
Действует как прожектор

Логическая аналогия с  
тугоухостью:  
В слуховом аппарате роль такого  
"прожектора" играет  
направленный микрофон



# Избирательное внимание

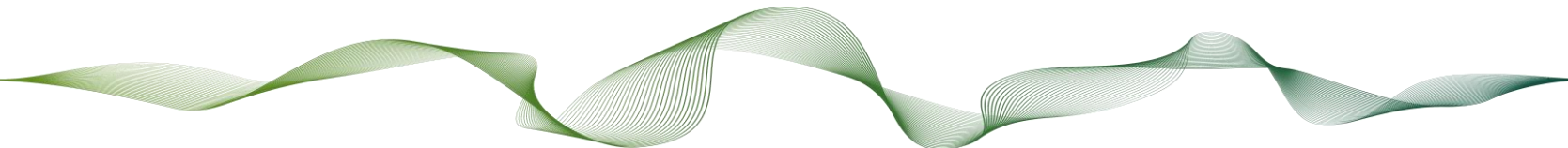
Результаты 13 исследований:

- Направленный микрофон – неверный путь
- OpenSound Navigator (OSN) намного эффективнее
- Несколько говорящих
- Снижение уровня множества (до 32) локализуемых фоновых шумов
- Снижение уровня диффузного шума
- 360°



# Избирательное внимание: использование OSN (13 исследований)

1. Снижение слухового напряжения на 41%
2. Улучшение памяти на 25%
3. Улучшение разборчивости речи в 3,75 раза
4. Повышение отношения сигнал-шум на 43% по сравнению с обычными направленными микрофонами
5. Повышение ОСШ на 4 дБ у детей, улучшение разборчивости речи на 30%
6. Повышение качества воспроизведения музыки на 34%
7. Значительное облегчение симптомов тиннитуса (снижение слухового напряжения на 41%)
8. Снижение слухового напряжения в покое
9. Слух, как у нормальнослышащих людей того же возраста
10. Внутриушные аппараты обладают дополнительными преимуществами (с 2 микрофонами)
11. Устройства с OpenSound Optimizer по всем параметрам значительно превосходят OSN
12. Все преимущества доступны людям с тяжелой потерей слуха
13. На 95% лучше переключение внимания при смене говорящих





# Избирательное внимание: использование OSN (13 исследований)

1. Снижение слухового напряжения на 41%
2. Улучшение памяти на 25%
3. Улучшение разборчивости речи в 3,75 раза
4. Повышение отношения сигнал-шум на 48% по сравнению с обычными направленными микрофонами
5. Повышение ОСШ на 4 дБ у детей, улучшение разборчивости речи на 30%
6. Повышение качества воспроизведения музыки на 54%
7. Значительное облегчение симптомов тиннитуса (снижение слухового напряжения на 41%)
8. Снижение слухового напряжения в покое
9. Слух, как у нормальнослышащих людей того же возраста
10. Внутриушные аппараты обладают дополнительными преимуществами (с 2 микрофонами)
11. Устройства с OpenSound Optimizer по всем параметрам значительно превосходят OSN
12. Все преимущества доступны людям с тяжелой потерей слуха
13. На 95% лучше переключение внимания при смене говорящих

## Методы исследования

- Регистрация ЭЭГ (электроэнцефалография)
- Electrodes are placed on the scalp
- Registration of electrical waves created by the brain
- Non-invasive method



Alickovic, E., Lunner, T., Gustafsson, F., & Ljung, L. (2019).  
A tutorial on auditory attention identification methods. *Frontiers in Neuroscience*, 13.  
<https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00153>

## Методы исследования

- Регистрация МЭГ (магнитоэнцефалография)
- "Шлем" для измерения магнитных полей, генерируемых мозгом
- Неинвазивный метод

Puvvada, K.C. & Simon, J.Z. (2017)  
Cortical representations of speech in a multitalker auditory scene. *Journal of Neuroscience*, 37(38), 9189-9196.  
(Uni Maryland)



Источник изображения: Elekta Neuromag TRIUX

## Методы исследования

- Микроэлектроды
- Электроды вживляют в мозг
- Регистрация волн, генерируемых мозгом
- Инвазивный метод, связанный с просверливанием микроотверстий в черепе

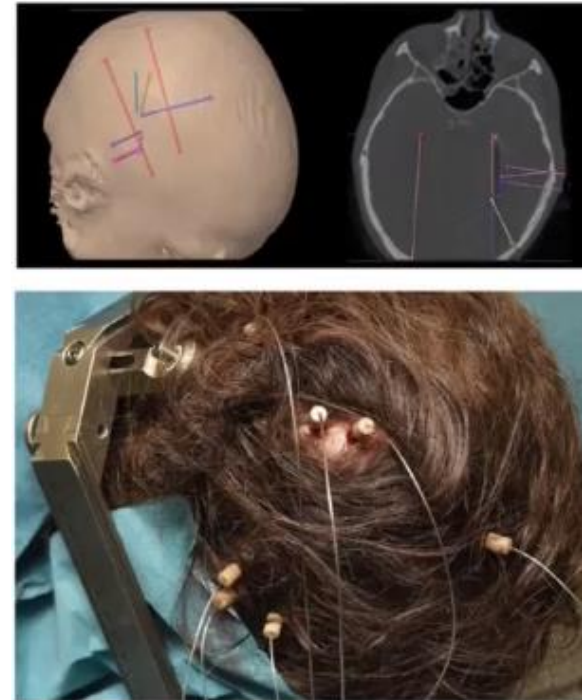


O'Sullivan, J., Herrero, J., Smith, E., Schevon, C., McKhann, G. M., Sheth, S. A., . . . Mesgarani, N. (2019). Hierarchical Encoding of Attended Auditory Objects in Multi-talker Speech Perception. *Neuron*, 104(6), 1195-1209. e1193. *(please note that the drawing in the middle is also inspired by this publication)*



## Методы исследования

- Микроэлектроды
- Электроды вживляют в мозг
- Регистрация волн, генерируемых мозгом
- Инвазивный метод, связанный с просверливанием микроотверстий в черепе



O'Sullivan, J., Herrero, J., Smith, E., Schevon, C., McKhann, G. M., Sheth, S. A., . . . Mesgarani, N. (2019). Hierarchical Encoding of Attended Auditory Objects in Multi-talker Speech Perception. *Neuron*, 104(6), 1195-1209. e1193. *(please note that the drawing in the middle is also inspired by this publication)*

## Методы исследования



ЭЭГ



МЭГ



Микроэлектроды



# Результаты

Центр слуха в головном мозге состоит из двух подсистем



Совместная работа: распознавание и понимание звуков

# Результаты

Нейронный код играет решающую роль в понимании значения звуков

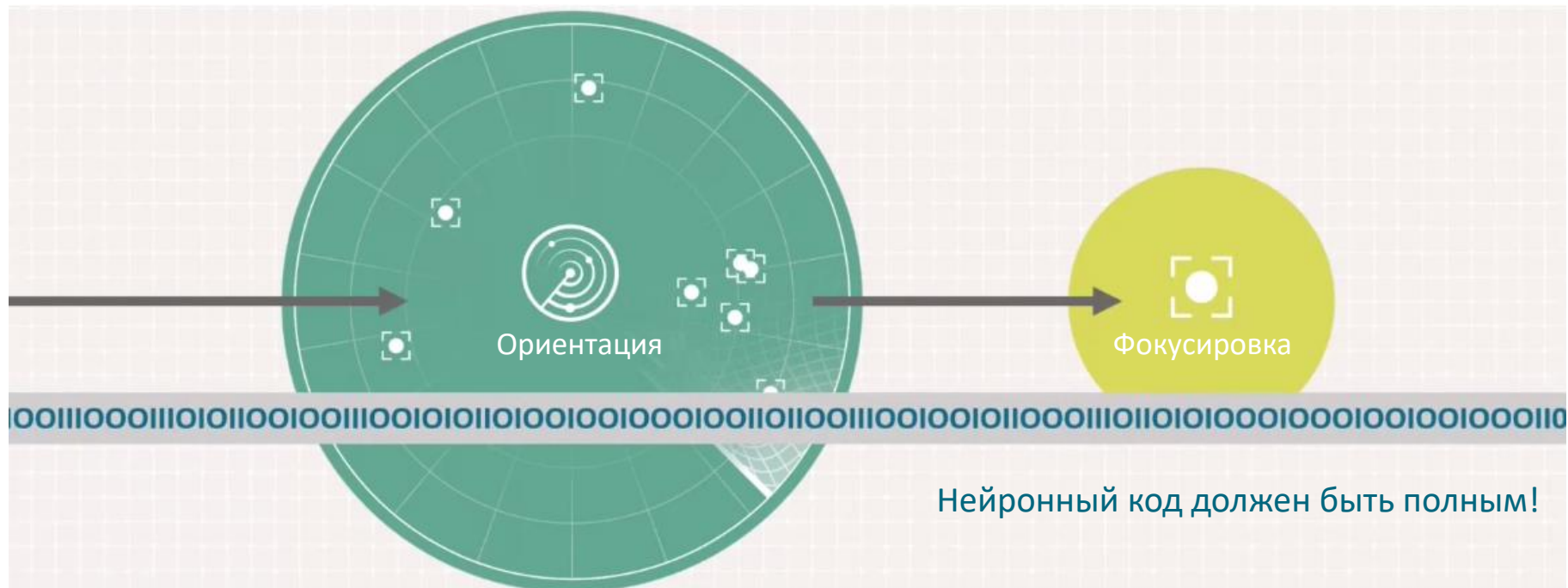


# Результаты

Нейронный код играет решающую роль в понимании значения звуков

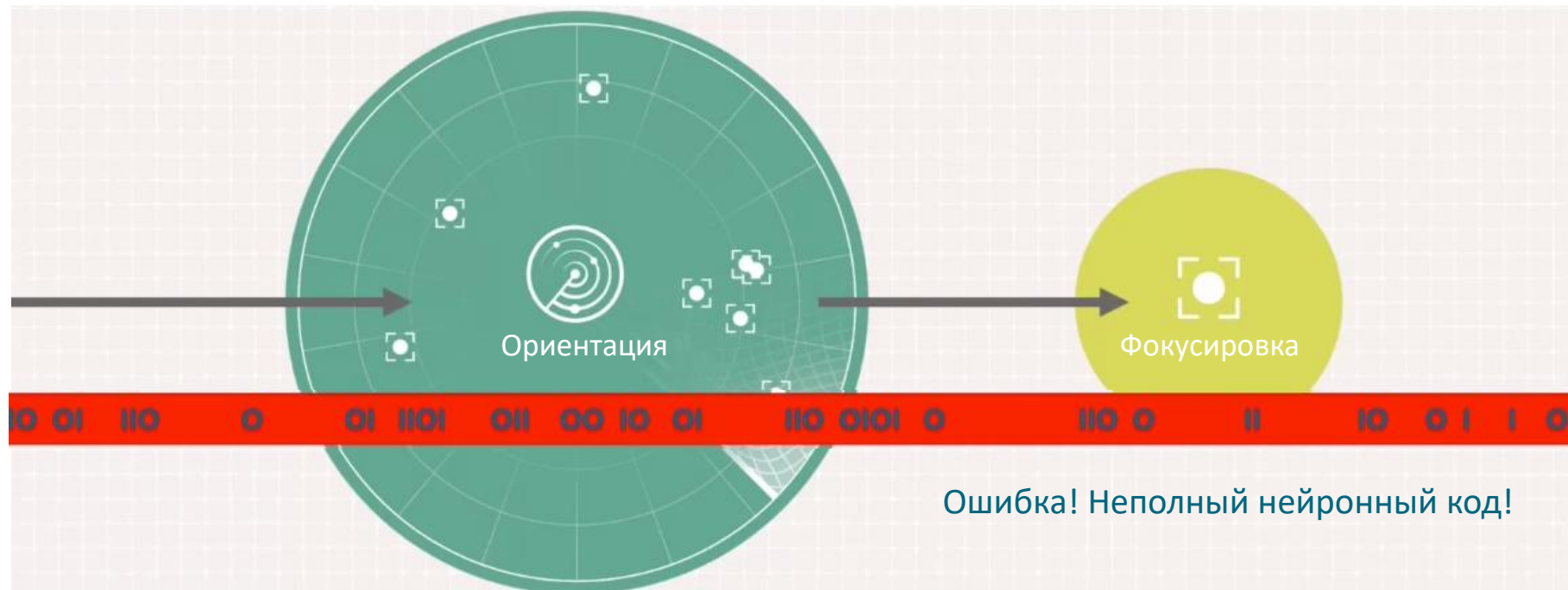


## Результаты: самый важный шаг в этом процессе





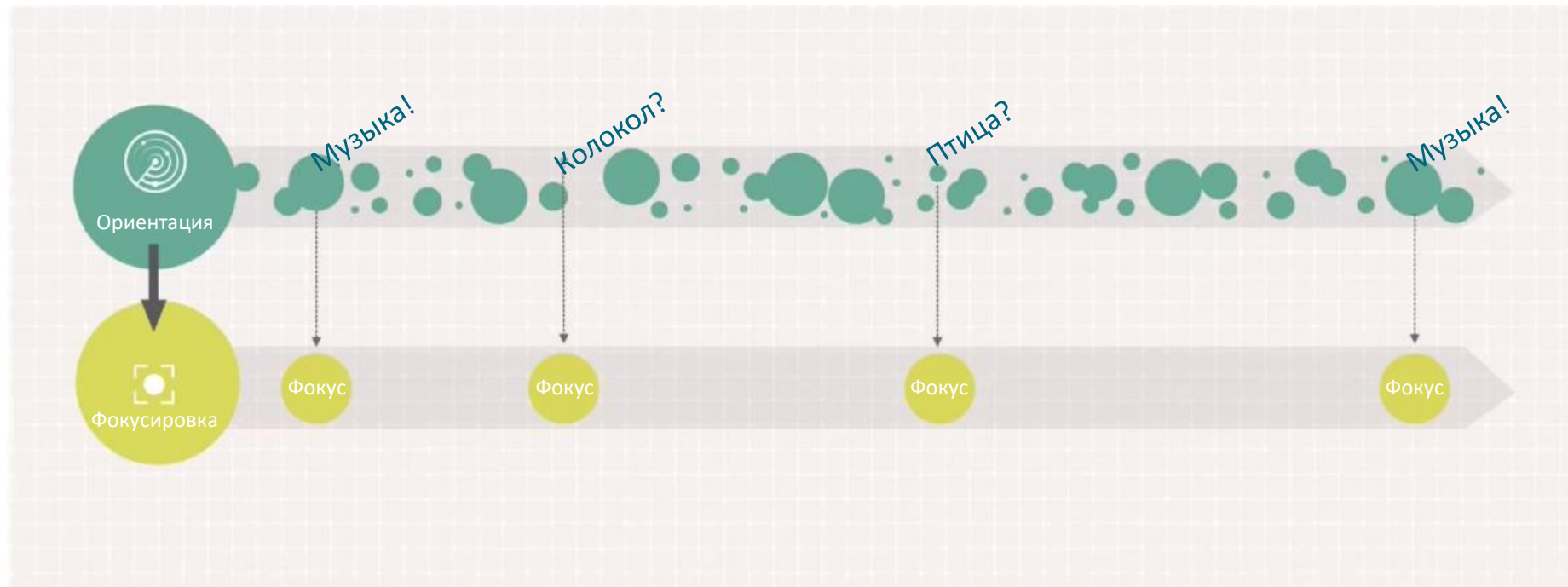
## Результаты: самый важный шаг в этом процессе





## Результаты:

Обе подсистемы работают постоянно и одновременно



## Результаты: в реальной обстановке



# Результаты: ориентация и формирование слуховых объектов

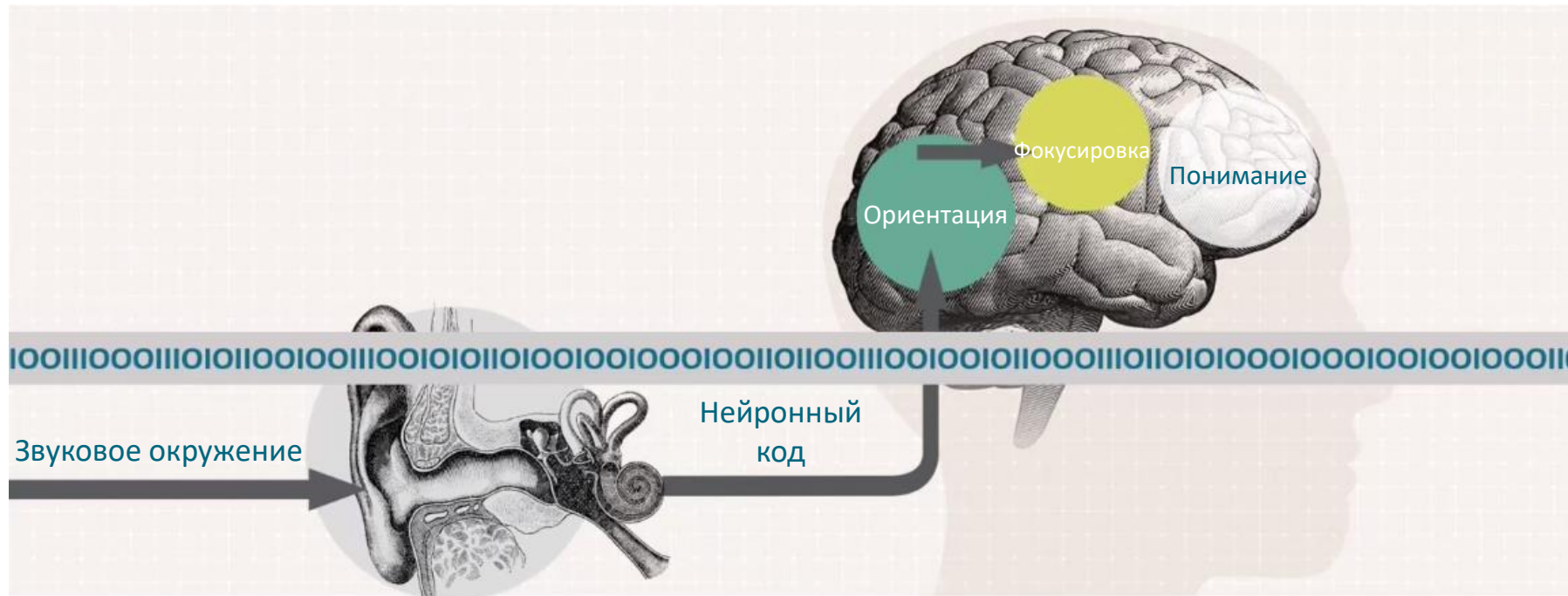


## Результаты: сосредоточение на нужном звуке – избирательное внимание!



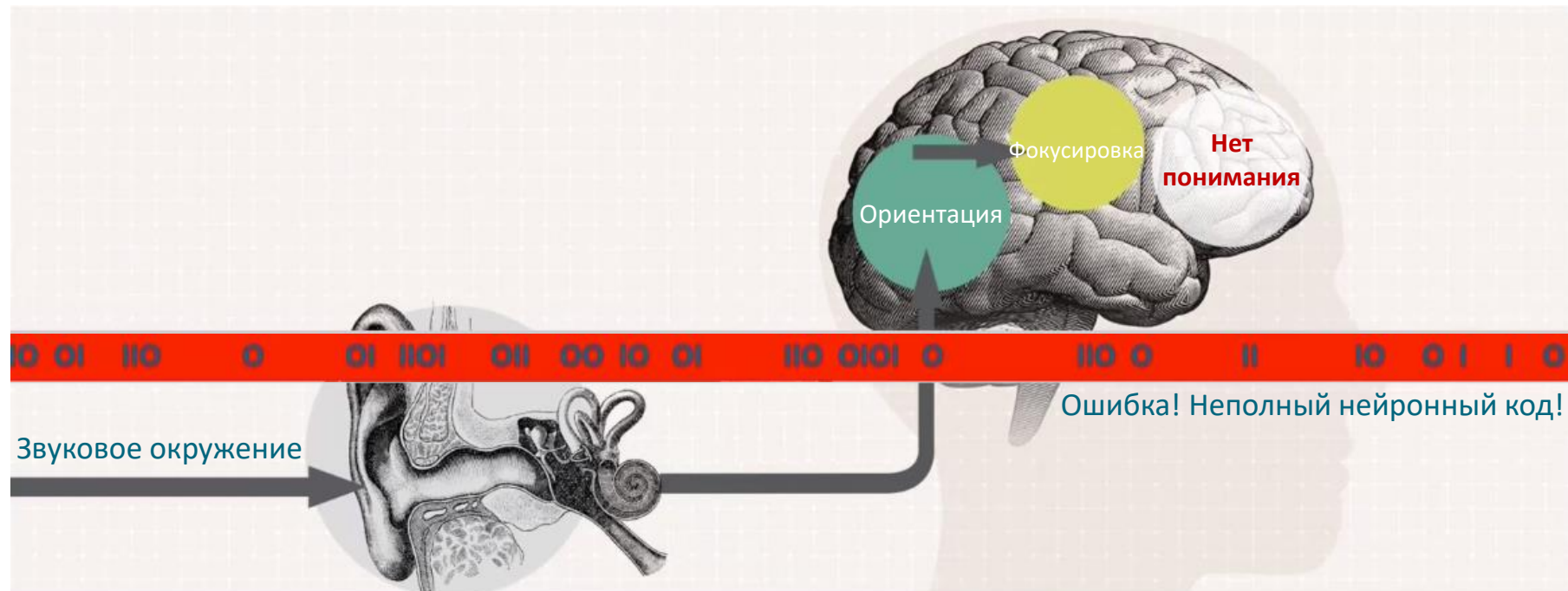


## Результаты: фокусировка ведет к пониманию





# Результаты: нарушение нейронного кода затрудняет или даже полностью исключает понимание



## Результаты: нарушение нейронного кода затрудняет или даже полностью исключает понимание

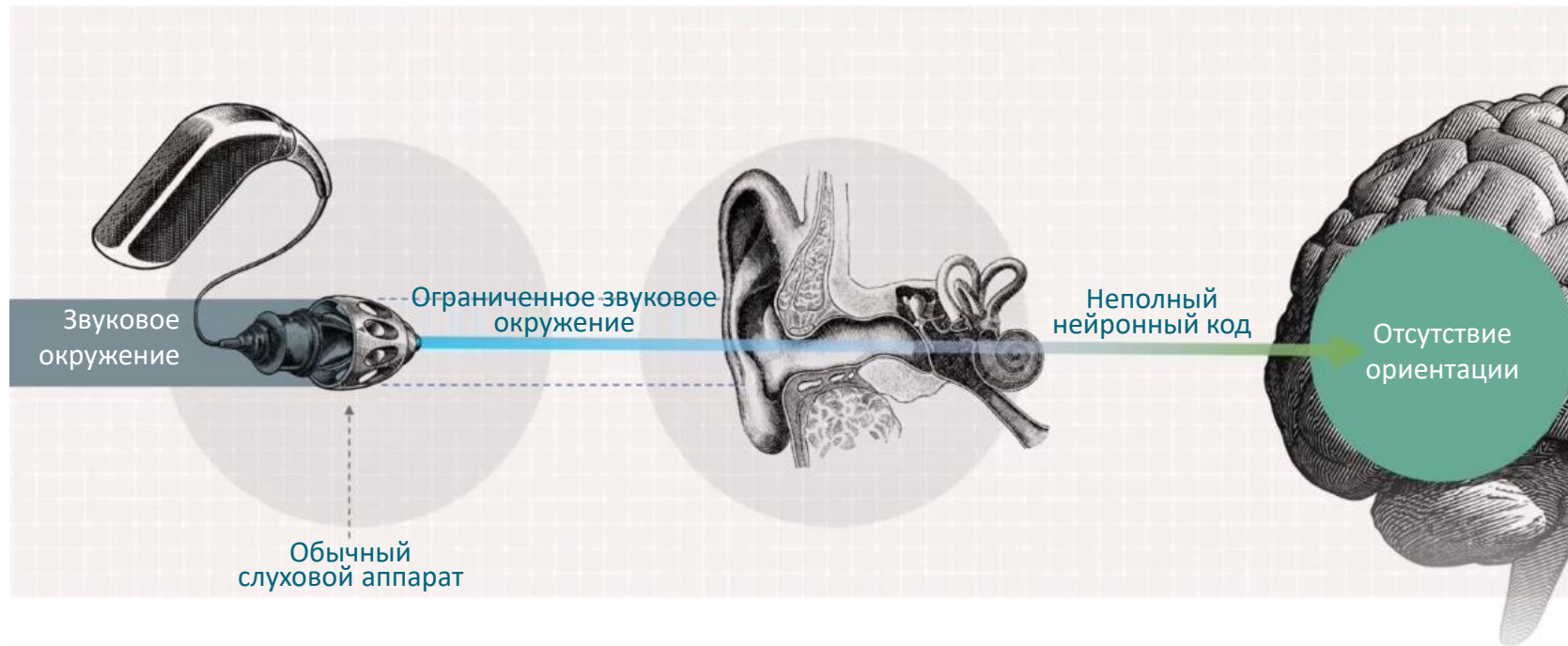


## Влияние слуховых аппаратов



# Влияние слуховых аппаратов

Ограничение звукового окружения ведет к нарушению функции слуховой системы!





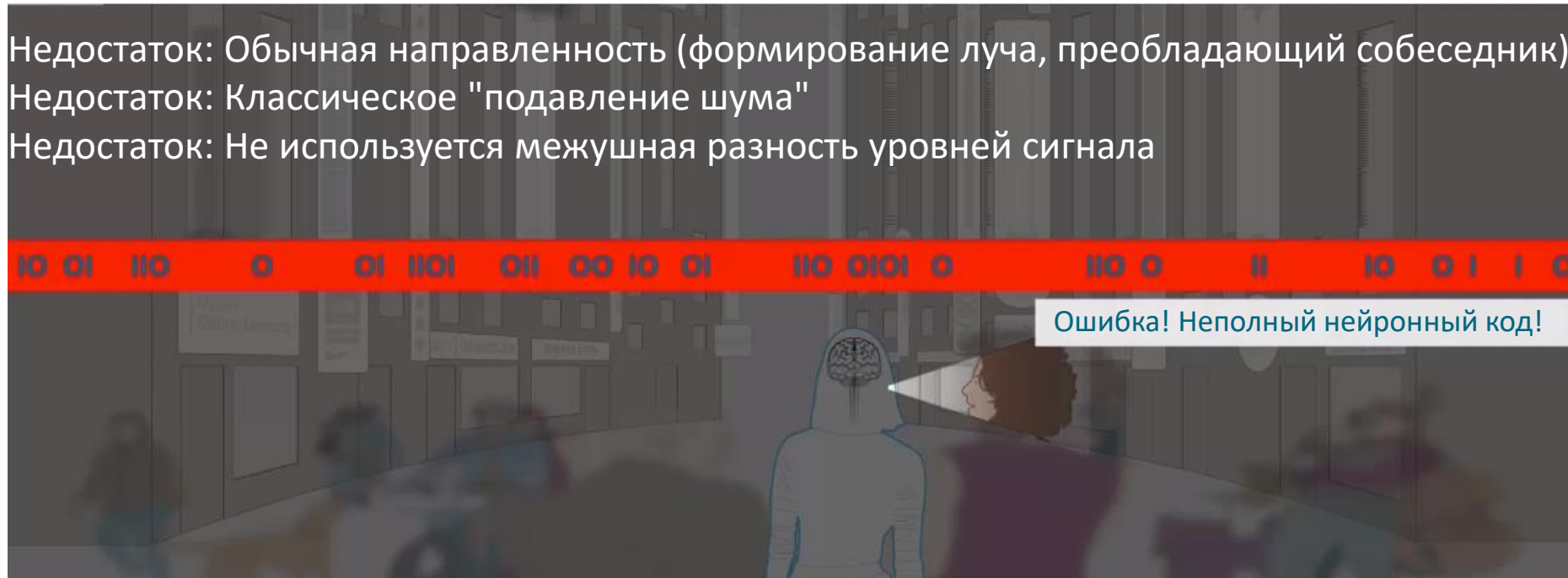
# Влияние слуховых аппаратов

Ограничение звукового окружения ведет к ограничению функций слуховой системы!

Недостаток: Обычная направленность (формирование луча, преобладающий собеседник)

Недостаток: Классическое "подавление шума"

Недостаток: Не используется межушная разность уровней сигнала





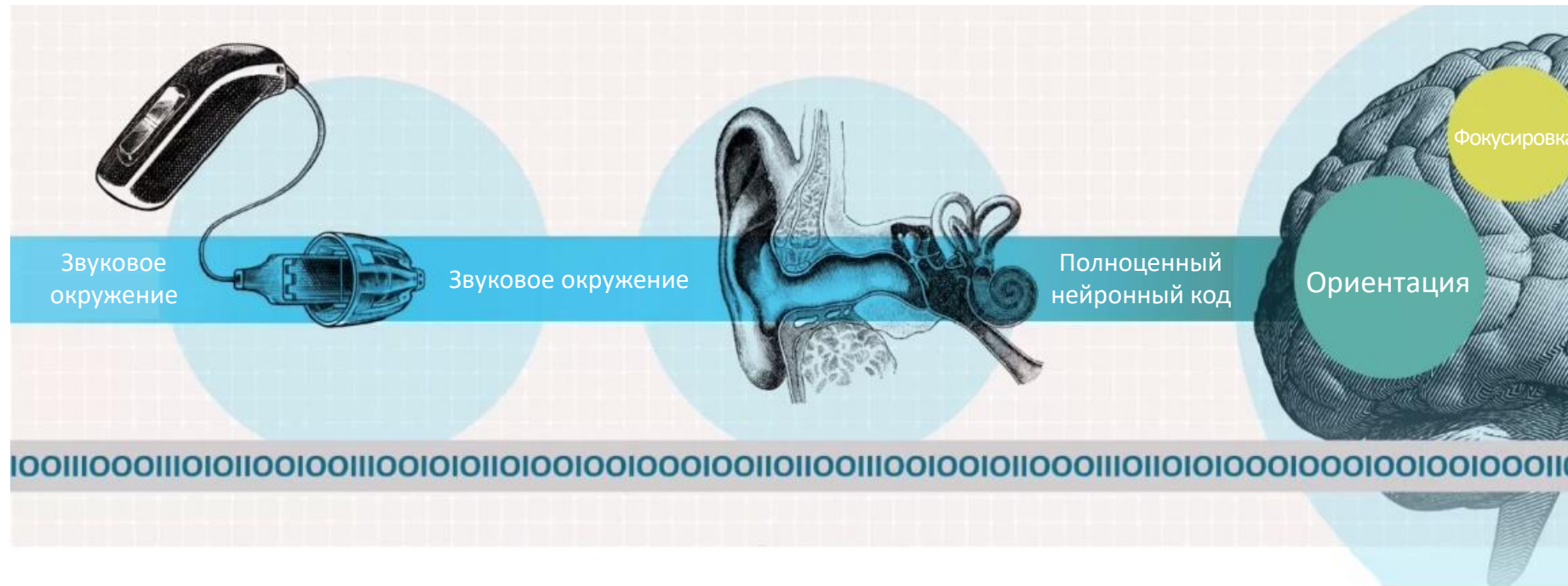
## Влияние слуховых аппаратов

Поддержите мозг!

100111000111010110010011100101011010010010001001101100111001001011000111011010100010001001001000111

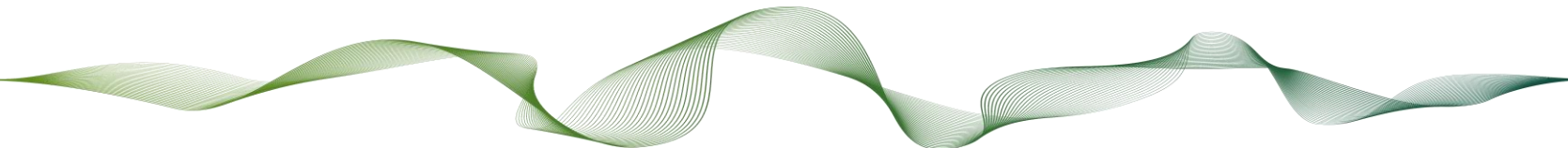
# Влияние слуховых аппаратов

Слуховые аппараты должны обеспечивать надежный нейронный код



## Сегодня и в будущем

1. Снижение слухового напряжения на 41%
2. Улучшение памяти на 25%
3. Улучшение разборчивости речи в 3,75 раза
4. Повышение отношения сигнал-шум на 43% по сравнению с обычными направленными микрофонами
5. Повышение ОСШ на 4 дБ у детей, улучшение разборчивости речи на 30%
6. Повышение качества воспроизведения музыки на 34%
7. Значительное облегчение симптомов тиннитуса (снижение слухового напряжения на 41%)
8. Снижение слухового напряжения в покое
9. Слух, как у нормальнослышащих людей того же возраста
10. Внутриушные аппараты обладают дополнительными преимуществами (с 2 микрофонами)
11. Устройства с OpenSound Optimizer по всем параметрам значительно превосходят OSN
12. Все преимущества доступны людям с тяжелой потерей слуха
13. На 95% лучше переключение внимания при смене говорящих



## Сегодня и в будущем

1. Снижение слухового напряжения на 41%
  2. Улучшение слуха на 25%
  3. Улучшение разборчивости речи в 3,75 раза
  4. Повышение отделения речевых звуков на 43% от слышимого фоновыми шумами
  5. Повышение ОСШ на 4 дБ у детей, улучшение разборчивости речи на 30%
  6. Повышение качества воспроизведения музыки на 34%
  7. Значительное облегчение симптомов тиннитуса (снижение слухового напряжения на 41%)
  8. Снижение слухового напряжения в покое
  9. Слух, как у нормальнослышающих людей того же возраста
  10. Внутриушные аппараты обладают дополнительными преимуществами (с 2 микрофонами)
  11. Устройства с OpenSound Optimizer по всем параметрам значительно превосходят OSN
  12. Все преимущества доступны людям с тяжелой потерей слуха
  13. На 95% лучше переключение внимания при смене говорящих
- Слух значительно лучше:**
- при наличии полноценного нейронного кода
  - при наличии OSN
  - при любой потере слуха
  - для людей любого возраста
  - для любой акустической обстановки



## Сегодня и в будущем





## Сегодня и в будущем

Исследовательский центр Эриксхольм:

BrainHearing

Применение искусственного интеллекта (с 2004 г.)

Индивидуальные акустические ситуации (с 2004 г.)

Естественность звуков

Легкость прослушивания

Пространственный слух

Несколько говорящих

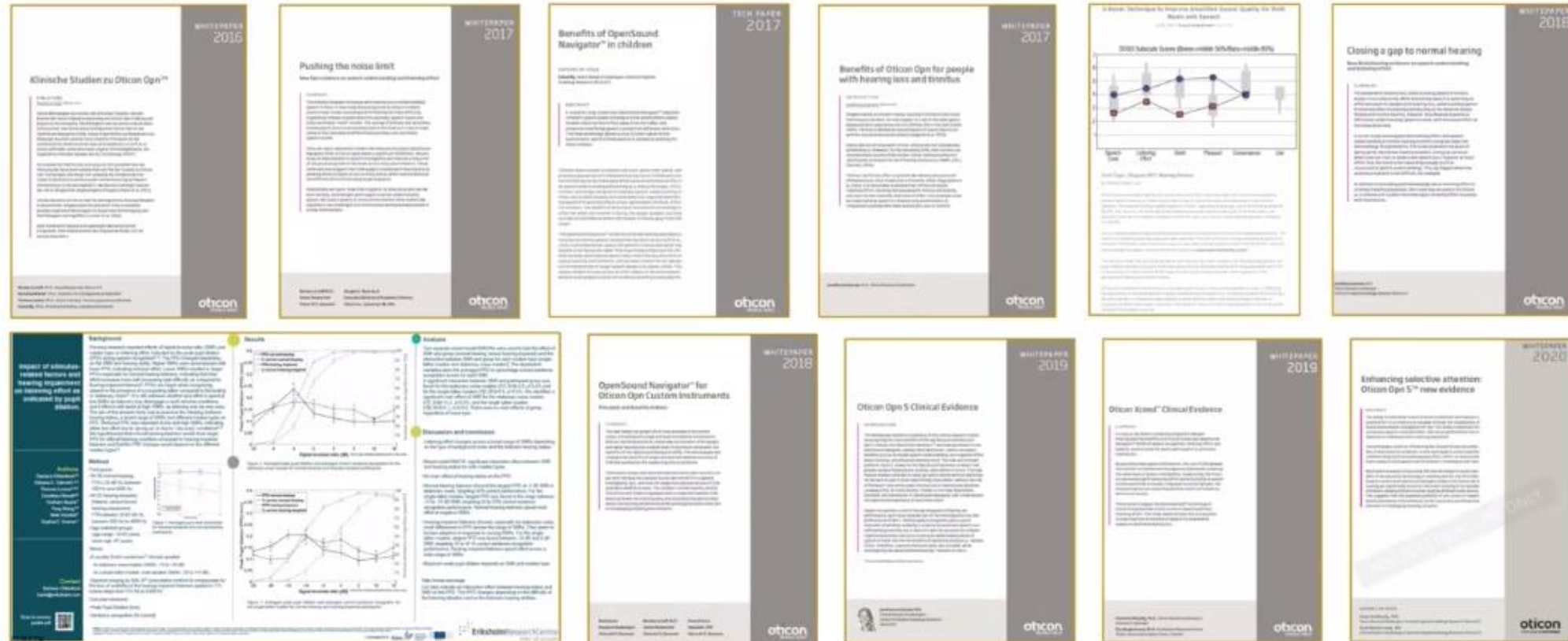
Нейронный код

10011100011101011001001110010101001001000100110110011100100101100011011010100010001001001000110

## Сегодня и в будущем



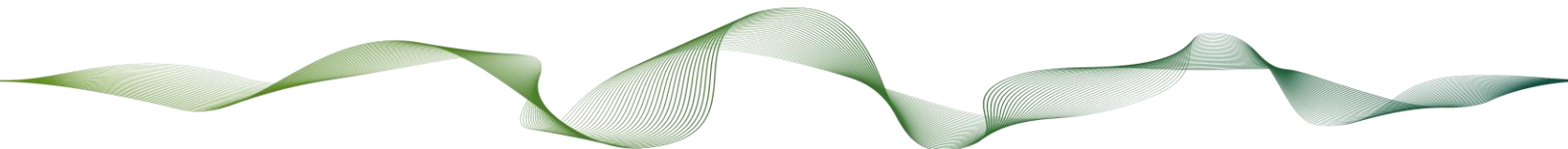
# Публикации: 13 исследований OpenSound Navigator





# Литература

- Halassa, M. M., & Kastner, S. (2017). Thalamic functions in distributed cognitive control. *Nature neuroscience*, 20(12), 1669-1679.
- O'Sullivan, A. E., Lim, C. Y. & Lalor, E. C., (2019). Look at me when I'm talking to you: Selective attention at a multisensory cocktail party can be decoded using stimulus reconstruction and alpha power modulations. *European Journal of Neuroscience*.
- O'Sullivan, J., Herrero, J., Smith, E., Schevon, C., McKhann, G. M., Sheth, S. A., ... & Mesgarani, N. (2019). Hierarchical Encoding of Attended Auditory Objects in Multi-talker Speech Perception. *Neuron*.
- Mahmoudi, E., Basu, T., Langa, K., McKee, M. M., Zazove, P., Alexander, N., & Kamdar, N. (2019). Can hearing aids delay time to diagnosis of dementia, depression, or falls in older adults?. *Journal of the American Geriatrics Society*.
- Alickovic, E., Lunner, T., Gustafsson, F., & Ljung, L. (2019). A Tutorial on Auditory Attention Identification Methods. *Frontiers in neuroscience*, 13.
- Ng et al., (2019). Oticon Whitepaper. Under preparation.
- Puvvada K.C., Simon J.Z., (2017) Cortical Representations of Speech in a Multitalker Auditory Scene. *The Journal of Neuroscience*, September 20, 2017 • 37(38):9189 –9196 • **9189**



# Смотрите, как слышит мозг,

или как работает избирательное внимание

Спасибо за внимание!